

Movilidad y Gestión del Tráfico: Automatización y Aplicación de un Modelo de Calidad para Flotas Dinámicas en una Ciudad Inteligente

Giselle Cavallera (+); Carlos Salgado (+); Alberto Fernández Gil (*); Alberto Sánchez (+); Mario Peralta (+)
(+) Departamento de Informática - Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis
Ejército de los Andes 950 – C.P. 5700 – San Luis – Argentina
e-mail: giselle.cavallera@gmail.com, {csalgado, alfanego, mperalta}@unsl.edu.ar

(*) Centro para las Tecnologías Inteligentes de la Información y sus Aplicaciones (CETINIA)
Universidad Rey Juan Carlos
Madrid – España
e-mail: alberto.fernandez@urjc.es

Resumen

La gestión del tráfico es una de las áreas que implica mayores complicaciones en una ciudad [1] ya que afecta directamente el bienestar de los habitantes de la misma. En los últimos años han surgido nuevas necesidades que han requerido otro tipo de soluciones en cuanto a movilidad, y como resultado han surgido sistemas que promueven el uso compartido de vehículos [2], mediante el uso de tecnologías avanzadas.

Haciendo un análisis particular de los usuarios en interacción con las herramientas tecnológicas, es notable que junto a la madurez que han adquirido en el uso de las mismas, también se han incrementado sus requerimientos de calidad con respecto al software en general, en contextos reales de uso [3]. Esto implica que las aplicaciones software desarrolladas para los ciudadanos receptores, deben ser consistentes con esta realidad.

En este trabajo se propone la definición y desarrollo de una herramienta software que, mediante la utilización de un Modelo de Calidad, permite medir la calidad de una aplicación web-mobile de movilidad;

y brindar algunos indicadores que posibiliten el reconocimiento de aspectos débiles de la misma, para detectar dónde deben aplicarse mejoras.

Palabras clave:

Ciudades Inteligentes, Gestión del tráfico, Evaluación y automatización de métricas.

Contexto

El presente trabajo se enmarca en el proyecto de investigación: Ingeniería de Software: Conceptos, Prácticas y Herramientas para el desarrollo de Software con Calidad – Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Proyecto N° P-031516. Además, se encuentra reconocido por el programa de Incentivos.

La labor se realiza en forma colaborativa con el grupo de investigación de Inteligencia Artificial (GIA), de la Universidad Rey Juan Carlos de Madrid-España. Dicho proyecto es la continuación de diversos proyectos de investigación sobre la gestión de flotas dinámicas y calidad aplicada a sistemas software, a través de los cuales se ha logrado un importante vínculo con la mencionada universidad internacional.

Introducción

Dos elementos aparecen como centrales en la mayoría de las descripciones de las ciudades inteligentes: los aspectos de transporte / logística, predominantemente desde el punto de vista de la sostenibilidad; y las nuevas tecnologías para facilitar la organización de actividades de una ciudad inteligente [4]. Éstas deben ser capaces de detectar los problemas de movilidad y tomar medidas en tiempo real para solucionar las posibles complicaciones. Además, la información que se obtiene dinámicamente de las tecnologías móviles tiene que ser facilitada a los ciudadanos para que puedan tomar sus propias decisiones [5].

Los nuevos sistemas de uso compartido de vehículos [1] son parte del desafío que plantean las Ciudades Inteligentes. Y ya que el objetivo de los mismos es la mejora de la movilidad humana y la reducción de costos, su análisis y evaluación es de gran utilidad para lograr su optimización.

El conjunto de vehículos que se usa de forma compartida para la movilidad de los ciudadanos conforma una flota. Algunas de ellas son totalmente controlables, pero otras apenas permiten un control limitado, como en el caso de, por ejemplo, el servicio público de bicicletas [2], el cual ya está implementado en grandes ciudades alrededor del mundo como París, Barcelona, Londres, Shanghai, Nueva York, entre otras [6].

La flota está disponible para todos los usuarios que utilizan sus vehículos a través de aplicaciones mobile o web. Ellos pueden reservar, tomar y dejar un vehículo cuando lo desean y dónde lo necesiten, siempre y cuando haya disponibilidad. Entonces, el ente que regula la flota, al usar la información sobre el estado dinámico de la misma, puede proveer y proponer mejores

opciones para las necesidades de transporte.

Cuando se habla de una aplicación de uso compartido de vehículos en una ciudad inteligente, se refiere a un sistema software con una gran cantidad de usuarios que está constantemente en uso. A modo de ejemplo, una de las plataformas de bicicletas compartidas más grandes del mundo, OFO [7], opera en más de doscientas ciudades y tiene más de doscientos mil usuarios. Esto implica que, los fallos vinculados a la falta de calidad de la aplicación podrían ser muy graves, generando caos en el transporte de las urbes.

Obtener un producto de alta calidad para la movilidad de los ciudadanos es esencial para impedir consecuencias negativas, ya que los beneficios de las herramientas software se ven opacados cuando el producto tecnológico no cumple con las condiciones de calidad requeridas para su uso, y corre el riesgo de generar un conflicto mayor, en lugar de ser un elemento valioso que contribuya a la mejora o resolución del problema [8].

Debido a que los involucrados e interesados en un producto software son muchos, y cada uno tiene diferentes objetivos, el factor clave para asegurar valor agregado a los mismos es una especificación y evaluación exhaustiva del software, lo cual puede lograrse definiendo las características de calidad necesarias y deseadas, asociadas a los objetivos y metas de los stakeholders [9] y efectuando la medición. En palabras de Peter Drucker: "Lo que no se puede medir, no se puede controlar; lo que no se puede controlar no se puede gestionar; lo que no se puede gestionar, no se puede mejorar"[10].

Como consecuencia de lo expuesto, la herramienta que se ha empezado a desarrollar se basa en un Modelo de Calidad cuyo pilar es la norma de calidad de producto ISO 25000 [9], el cual se ha comenzado a definir específicamente para una aplicación mobile de gestión de

tráfico en el contexto de las ciudades inteligentes.

Los resultados de la medición y evaluación de la calidad aportan al mejoramiento del software que se desarrolla y, consecuentemente, a la optimización de las aplicaciones y sistemas y sus ámbitos de aplicación.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

De acuerdo a lo detallado previamente, en esta línea de investigación se trabaja en la definición y construcción de una herramienta software que permite la recolección de datos desde el dominio del problema. Puntualmente la herramienta recolecta datos/información en la ciudad de Madrid, España.

Los datos/información son parámetros requeridos por las métricas e indicadores del Modelo de Calidad utilizado, y el cálculo de los mismos. Esto permite confeccionar un reporte que proporciona un panorama de la situación real y que sirve de guía para llevar a cabo los cambios pertinentes en el sistema evaluado, junto con algunas recomendaciones y sugerencias.

El caso de estudio sobre el que se está trabajando es una aplicación de bicicletas compartidas llamada Ecobike [11], desarrollada en un trabajo de fin de grado de alumnos en Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

Cabe destacar que un medio de transporte de rápido crecimiento en Europa son las bicicletas. Es así que muchos países están implementando sistemas para compartir bicicletas [12]. Por tanto, la medición de la calidad de una aplicación de este tipo, es de vital importancia para los ciudadanos.

En primer lugar, se han elegido las métricas del Modelo que pueden automatizarse.

La aplicación tiene definidos servicios REST (servicios que cumplen con la

arquitectura *Representational State Transfer*) que pueden ser consultados por terceros. Mediante herramientas que permiten conectarse a estos servicios, se obtienen los datos necesarios para hacer la medición.

Para medir la Eficiencia de Desempeño de la aplicación, por ejemplo, se seleccionó la subcaracterística *Comportamiento Temporal*. Una de las métricas elegida para ello ha sido el **Tiempo de Respuesta**, que establece cuánto tiempo transcurre antes que el sistema responda a una operación específica. Para efectuar el cálculo, se elige una función de la aplicación: reservar una bicicleta. A través de la herramienta que permite la comunicación con la API REST, se llama a la función y se obtiene el tiempo que llevó. Para obtener un promedio, se ejecuta la misma n veces y se calcula el mismo.

Para medir la Fiabilidad, se seleccionó la subcaracterística *Madurez*. Una de las métricas elegida para dicha medición ha sido la **Densidad de fallas**, que establece cuántas fallas fueron detectadas durante un periodo de prueba definido. Se ejecutan algunas funciones al azar por un determinado tiempo, se cuentan las fallas detectadas y se calcula la densidad:

$$X = A / B$$

Donde:

A: Número de fallas detectadas.

B: Tamaño del producto.

La herramienta usada permite obtener un archivo con todos los datos de la ejecución. Desde ahí se toman los fallos, y luego se calcula la densidad.

Los datos obtenidos se procesan mediante la aplicación de las métricas seleccionadas, y luego se generan los indicadores también definidos para obtener valores relevantes de análisis del software, los cuales permiten tomar cursos de acción en la optimización de la aplicación, y como consecuencia, impactar en el mejoramiento de la gestión de la flota de bicicletas compartidas.

Resultados y Objetivos

Desde el punto de vista de la Ingeniería de Software, una de las principales características que tiene que tener una aplicación software para ser exitosa entre los usuarios es que sea de calidad [6]. Para ello, se requiere generar valores, descriptores, indicadores o algún otro mecanismo de comparación. Por tanto, para garantizar la calidad es necesario llevar a cabo un proceso de medición del software [13], sin ignorar que el software móvil tiene sus características específicas para dispositivos móviles, por lo que los modelos y métodos correspondientes deben ajustarse a su ámbito móvil [14].

Los dispositivos junto con las aplicaciones móviles son utilizados en un cierto contexto, donde las características del mismo cambian continuamente. Los usuarios de éstos tienen ciertas particularidades, diferentes objetivos, realizan diferentes tareas; también se manipula en diferentes entornos físicos y sociales. Todos estos factores y otros, influyen en la forma de uso de una aplicación. Conviene aclarar entonces, que no se analiza la calidad en el entorno real de uso, en tanto que la aplicación y servicios se despliegan sobre una plataforma de simulación, y sería imposible tener en cuenta todas las variantes.

Como objetivo general, y como ya se ha mencionado en párrafos anteriores, se persigue concretar la medición de la calidad de la aplicación en estudio, cuya proyección de uso es muy amplia y cumple con la importante misión de aplacar los problemas recurrentes en la gestión del tráfico. Entre los objetivos específicos, que están en curso, se encuentra la construcción del módulo software para la recolección de datos requeridos por las métricas e indicadores, y el cálculo de los mismos. También, la utilización de éstos de forma adecuada para la creación de un informe relevante que proporcione un panorama que sirva

de guía para llevar a cabo los cambios pertinentes.

El mayor objetivo, de proyección a largo plazo, es el de contribuir a la optimización de la gestión del tráfico de una ciudad inteligente, de forma tal que el uso de productos software no represente una amenaza en la implementación de soluciones, sino que éstos puedan garantizar que son el elemento principal a través del cual las urbes logran continuar hacia un desarrollo sustentable.

Formación de Recursos Humanos

Bajo esta línea, en el grupo de investigación, se están desarrollando dos tesis de maestría en Calidad de Software. En una de ella se está definiendo/actualizando el modelo de calidad que cumple con los requerimientos de una aplicación software de movilidad para una Ciudad Inteligente. La otra consiste en la definición e implementación de una herramienta para la medición y evaluación de software de gestión de tráfico. Además, los investigadores Alberto Fernández y Holger Billhardt se encuentran trabajando sobre el proyecto de Coordinación Dinámica de Flotas Abiertas en Entornos Urbanos (SURF) [2], con inicio en el año 2016 y fin en el corriente año.

También se están llevando a cabo trabajos de grado con relación a la temática por alumnos de la carrera de Ingeniería Informática de la Universidad Rey Juan Carlos, Madrid.

Referencias

- [1] O. Mont. Institutionalisation of sustainable consumption patterns based on shared use. *Ecological economics*, 50(1):135– 153, 2004. The International Institute for Industrial Environmental Economics at Lund University.
- [2] Alberto Fernandez, Holger Billhardt. “Dynamic Co-ordination of Open Fleets in Urban Environments”

- (SURF), Centre for Intelligent Information Technologies (CETINIA). 2016-2018.
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/4082>
- [4] Gary Graham y Lihong Zhang. Smart cities and digital technologies: the case of bike-sharing systems, 2015.
<http://eprints.whiterose.ac.uk/84589/1/smart%20cities%20and%20bike-sharing%202015-1.pdf>
- [5] Cruzado, Juan Marín, “Evolución inteligente de la movilidad urbana”, 2017.
<http://exeforum.biz/jornadas/smartmobility/kapsch.pdf>
- [6] Kabra, Ashish and Belavina, Elena and Girotra, Karan, Bike-Share Systems: Accessibility and Availability, 2015. Chicago Booth Research Paper No. 15-04.
- [7] www.ofo.com/us/en
- [8] Sommerville, Ian. “Ingeniería de Software Séptima edición”, Ed: Pearson Addison Wesley, 2005.
- [3] Covella, Guillermo Juan, “Medición y Evaluación de Calidad en Uso de Aplicaciones Web”, 2005.
- [9] ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models.
- [10] Drucker, P., “Management, W. H.”. Heinemann. 1975.
- [11] Ecobike Solutions: Gómez Pérez, Manuel y López González, Julio. Gestión de sistemas de alquiler de bicicletas. Trabajo Fin de Grado. URJC. 2016.
- [12] www.embers.city/new-ways-move-car-bike-sharing/
- [13] Fenton, N.E. y Pfleeger, S.L., Software metrics. A rigorous and practical approach, PWS Pub., 1997.
- [14] Dominik Franke, Stefan Kowalewski y Carsten Weise. A Mobile Software Quality Model, 2012. 12th International Conference on Quality Software. DOI: 10.1109/QSIC.2012.49